

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-308286

(43)Date of publication of application : 02.11.2000

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

H02K 1/28

H02K 21/14

(21)Application number : 11-109141

(71)Applicant : YAMAHA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 16.04.1999

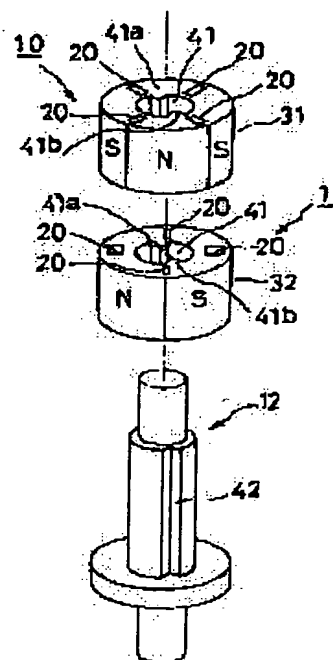
(72)Inventor : NISHIYAMA MUNEKUNI

(54) ROTATING ELECTRIC MACHINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high revolution, high output, and low-cost rotating machine by dispersing the magnetic flux of a rotor with a built-in magnet and reducing torque ripples, and securing smooth rotation of the rotor.

SOLUTION: A rotor 11 with a built-in magnet of a rotating machine is composed of a plurality of sleeves 31 and 32, which have plural pieces of permanent magnets 20 which are built in so that they form magnetic poles being alternately different in polarity in the rotational direction, and a shaft 12 which supports these in stacked conditions. The divided sleeves 31 and 32 are coupled integrally with each other, by stacking and fitting them on the shaft in the axial direction, in the condition that the several magnetic poles are shifted in the rotational direction.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-308286

(P2000-308286A)

(43)公開日 平成12年11月2日(2000.11.2)

(51)Int.Cl.⁷

H02K 1/27

識別記号

501

F1

H02K 1/27

テマコード(参考)

501A 5H002

501E 5H621

A 5H622

M

1/28

21/14

1/28

21/14

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願平11-109141

(22)出願日 平成11年4月16日(1999.4.16)

(71)出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72)発明者 西山 統邦

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

(74)代理人 100064621

弁理士 山川 政樹

Fターム(参考) 5H002 AA04 AB07 AC01 AC06 AE08

5H621 AA02 GA01 GA04 JK02 JK03

JK17 PP10

5H622 AA03 CA02 CA07 CA13 CB01

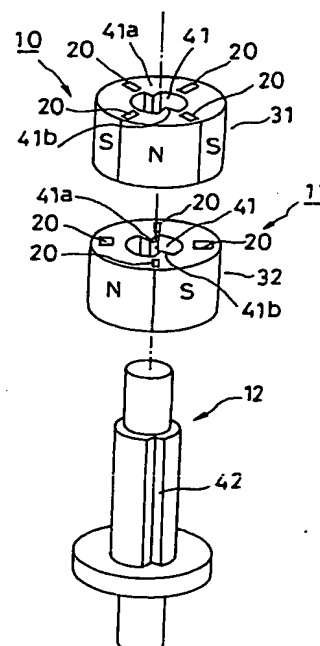
CB05 CB06 PP10 PP11 QB03

(54)【発明の名称】 回転電気機械

(57)【要約】

【課題】 磁石内蔵型回転子の磁束を分散させ、トルクリップルを低減し回転子の円滑な回転を確保することにより、高回転、高出力で低コストな回転機を得る。

【解決手段】 回転機の磁石内蔵型回転子11を、回転方向に交互に極性が異なる磁極を形成するように複数個の永久磁石20を内蔵した複数の分割筒状体31、32と、これらを積層状態で支持するシャフト12とによって構成する。前記分割筒状体をそれぞれの磁極が回転方向にずらした状態で軸線方向に積層してシャフト上に嵌装し、回転方向で係合させることにより一体的に連結する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数個の永久磁石を用いることにより回転方向に交互に極性が異なる磁極を形成する磁石内蔵型回転子を有する回転電気機械において、

前記永久磁石を回転方向に所定間隔をおいて埋設した複数の分割筒状体を備え、

これらの分割筒状体をそれぞれの磁極が回転方向にずらした状態で軸線方向に積層して前記磁石内蔵型回転子を形成したことを特徴とする回転電気機械。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の回転電気機械において、

前記磁石内蔵型回転子はシャフトを有し、

前記各分割筒状体をこのシャフトに嵌装して積層し、回転方向で係合させることにより一体的に連結したことを特徴とする回転電気機械。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は種々の機器に回転動力や電力を供給するために用いる電動機、発電機等の回転電気機械（以下、回転機という）において、特に電機子巻線を磁性片に巻付けた固定子と界磁磁石（永久磁石）を有する磁石内蔵型回転子とを備えているブラシレス DC モータ（無整流子直流電動機）等のような回転機に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、複数個の永久磁石を界磁磁石として内蔵している磁石内蔵型回転子を構成要素とする電動機は、回転子の周囲に永久磁石によって形成する極性が異なる磁極の境界線を、回転子の軸線方向に対して平行で、しかも一直線に形成しているものが多い。

【0003】 このような従来の磁石内蔵型回転子を用いた電動機では、いわゆるトルクリップルが発生し、回転子の円滑な回転を得ることができないという問題があった。しかも、このようなトルクリップルは電動機の振動となって騒音を誘発する等のおそれもあった。

【0004】 このような永久磁石による磁極部と固定子側の電機子巻線との間に作用する磁気的吸引力によって発生するトルクリップルを解消するために、たとえば図 5 に示すように回転子 1 の回転子本体 2 の外周部において回転方向に沿って永久磁石 3 によって形成される磁極部の境界線をスキューさせたものが従来から知られている。

【0005】 このように磁極部の境界線をスキューさせる方法として従来から次の二通りが知られている。その一つは、予め着磁した薄板状の永久磁石を準備し、この永久磁石を回転子本体 2 の外周部に極性の異なる磁極部の境界線が回転子本体 2 の軸線に所定のスキュー角だけ傾斜するように順次固着したものである。

【0006】 もう一つは、回転子本体 2 の外周部に固着した磁性材製の筒体に、回転方向において異なる極性を

交互に形成するように着磁する際に、それぞれの磁極部の境界線が回転子 1 の軸線に対して斜めに傾斜するように着磁したものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、前者のように永久磁石 3 を回転子本体 2 の外周部に固着した回転子 1 は、高回転、高出力の電動機にはむいていない。これは、回転子本体 2 の外周部に固着した永久磁石が剥がれるおそれがあるからである。

【0008】 また、後者のように磁性材製の筒体に磁極部の境界線をスキューさせた状態で着磁するものでは、着磁作業が面倒で難しく、加工コストが嵩むという問題があった。さらに、このように磁性材製の筒体に着磁することにより磁極部を形成したものでは筒体表面が脆くなり強度面で問題であった。したがって、このような構造の回転子 1 も高回転、高出力の電動機にはむいていない。

【0009】 近年、この種の電動機として、ブラシレス DC モータを車両等の移動体の動力用として用いることが検討されている。このようなブラシレス DC モータでは前述した磁石内蔵型回転子を用いており、また最近の高性能な永久磁石により小型で高出力なモータを実現することが可能になってきている。

【0010】 しかし、このような磁石内蔵型回転子を用いたモータにおいては、特にトルクリップルの問題が顕著となる。しかも、このような磁石内蔵型回転子では、内蔵した永久磁石を回転方向にずらしたり、スキューをかけて着磁することが構造上困難であった。

【0011】 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、高回転、高出力を得ることが可能な磁石内蔵型の回転子を用いた電動機等の回転機において、簡単な構造で、磁石内蔵型回転子の磁束を分散させ、回転子の外周部における極性が異なる磁極部の境界線をスキューさせることによりトルクリップルを低減し回転子の円滑な回転を確保することができ、しかも低コストな回転機を得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】 このような目的に応えるために本発明の請求項 1 に係る回転機は、複数個の永久磁石を用いることにより回転方向に交互に極性が異なる磁極を形成する磁石内蔵型回転子を有する回転機において、前記永久磁石を回転方向に所定間隔をおいて埋設した複数の分割筒状体を備え、これらの分割筒状体をそれぞれの磁極が回転方向にずらした状態で軸線方向に積層して前記磁石内蔵型回転子を形成したことを特徴とする。

【0013】 本発明によれば、回転子本体を構成する複数の分割筒状部を積層するだけで、回転方向におけるそれぞれの磁極部の位置をずらすことができ、回転子にスキューを与えることができる。

【0014】また、本発明の請求項2に係る回転機は、請求項1において、前記磁石内蔵型回転子はシャフトを有し、前記各分割筒状体をこのシャフトに嵌装して積層し、回転方向で係合させることにより一体的に連結したことを特徴とする。

【0015】本発明によれば、複数の分割筒状体をシャフトと回転方向の所望の位置で機械的なみ合わせた状態で積層することによって、回転体に所望のスキューをかけることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】図1ないし図4は本発明に係る回転機の一つの実施の形態を示し、この実施の形態では、回転機が三相同期電動機である例によって説明する。

【0017】これらの図において、図4中符号10で示すものは全体の図を省略した回転機に用いる磁石内蔵型回転子であり、この回転子10は、磁性材料からなる回転子本体11と、この回転子本体11を貫通し回転子10の軸となるシャフト12とを備える。なお、図4中13はシャフト12の一端を図示しないモータハウジングに回転自在に軸支するための軸受である。

【0018】この実施の形態では、回転子本体11を多数枚のリング状磁性板14を積層するとともに、これらを複数本の通しボルト15とそのねじ孔を有する締付け板16とで挟持することにより一体的に構成した例を示しているが、これに限らず、全体を磁性材料からなる複数の円筒体で形成したものでよい。

【0019】図中20は上述した回転子本体11の回転方向に交互に極性が異なる磁極部(N極、S極)を形成するための4個の角形状の永久磁石である。これらの永久磁石20は、回転子本体11の回転方向に等間隔において形成した放射方向の孔21に挿入することにより埋設されている。これらの永久磁石20は、それぞれ隣接する永久磁石20と対向する側が同極となるように配列され、したがってその間の部分がN極またはS極の磁極部となる。

【0020】この実施の形態では、上述した磁石内蔵型回転子10の回転子本体11は、図1および図2(a)に示すように、前記永久磁石20(詳細は図示せず)を回転方向に等間隔において埋設した複数の分割筒状体31、32を備えている。そして、これらの分割筒状体31、32を、図1、図2(a)に示すようにそれぞれの磁極部(N極またはS極)を回転方向にずらした状態で軸線方向に積層することにより前記回転子10を形成している。

【0021】また、前記磁石内蔵型回転子10はシャフト12を有し、前記各分割筒状体31、32をこのシャフト12に順次嵌装して積層することにより一体的に連結している。ここで、図1中41は各分割筒状体31、32の軸孔、41a、41bはこの軸孔41の一部に突出した係合突部で、これに対応してシャフト12の外周

に係合溝42(図1の背面側にも形成されるが、その図示は省略する)を形成している。

【0022】したがって、上述した分割筒状体31、32として、図1および図2(a)に示すように、永久磁石20の埋設位置と係合突部41a、41bとの回転方向における位置をずらしたものを準備し、これらをシャフト12上に嵌装して積層すると、各段の磁極部を回転方向にずらした状態とすることができる。

【0023】このような状態では、複数段の分割筒状体31、32において、各磁極部の回転方向の位置によって、いわゆるスキューを与えた状態とすることができる。

【0024】なお、この実施の形態では、磁石内蔵型回転子10を2段の分割筒状体31、32によって形成しているが、図2(b)に示すような3段、またはそれ以上の多段構造で形成してもよい。図2(b)の場合は、3段の分割筒状体31、32、33で磁石内蔵型回転子10を形成している。

【0025】上述した構造によれば、回転子本体11を軸線方向に所定長さ間隔で複数段に分割構成した分割筒状部31、32または分割筒状体31、32、33を、回転方向におけるそれぞれの磁極部の位置がずらした状態で積層することにより、回転子10にスキューを与えることができる。すなわち、このようなスキューは、分割筒状体31、32(31、32、33)における永久磁石20による磁極部の位置と、これらの分割筒状体31、32(31、32、33)とシャフト12との前記係合突部41a、41bと係合溝42とを係合位置という機械的なみ合わせによって簡単に得ることができるのである。

【0026】なお、このような係合突部41a、41bと係合溝42とのかみ合わせによる係合構造としては、このような実施の形態には限定されず、キーとキー溝、あるいは回転方向に等間隔に設けた突起と溝とによる係合構造等の種々の変形例が考えられる。

【0027】磁石内蔵型回転子10の理想的なスキュー角 α は、 $360 / (\text{固定子側の巻線数と磁極数の最小公倍数}) [deg]$ となり、これに合わせて各分割筒状体31、32における磁極部間のずれ角度を設定するとよい。このときの各分割筒状体のずれ角度は、 $360 / (\text{固定子側の巻線数と磁極数の最小公倍数}) / n$ (分割筒状体の段数) [deg]である。たとえば固定子側の巻線数が6、回転子10の磁極数が4であるとスキュー角 α は 30° である。このとき、分割筒状体の段数が2であると、図2(a)に示すように各磁極部間のずれ角度は 15° となる。また、分割段数が3であれば、図2(b)に示すように各磁極部間のずれ角度は 10° となる。

【0028】また、分割筒状体31、32として、永久磁石20の埋設位置による磁極部の位置と係合突部41

5 a, 41b との回転方向の位置を、たとえば図 3

(a), (b) に示すように変位させて構成すれば、分割筒状体 31, 32 をそれぞれ同一形状で形成することもできる。

【0029】このような分割筒状体 31, 32 は、一端面と他端面とにおいて、係合突起 41a, 41b の位置を決めると磁極部の位置が回転方向においてずれた状態となる。図 3(a) は分割筒状体 31, 32 の一端面を示す平面図、図 3(b) は分割筒状体 31, 32 の他端面を示す底面図である。ここで、これらの分割筒状体における係合突起 41a, 41b と磁極部の位置との角度 θ は、分割筒状体の段数が 2 であるときは 7.5° となる。

【0030】このような分割筒状体 31, 32 によれば、シャフト 12 上に嵌装して係合させる積層時における組付け方向をそれぞれ反転させると、積層状態では各分割筒状体 31, 32 の磁極部が回転方向に所定角度ずれた状態となり、回転子 10 に所望のスキューを与えることができる。

【0031】この実施の形態のように、上述した回転子本体 11 を二つの分割筒状体 31, 32 で構成すれば、回転子本体 11 の構造が最も簡単な形状となり、しかもこのときの連結手段の結合位置は一種類でよい。勿論、複数段であってもよく、これに限らない。

【0032】なお、本発明は上述した実施の形態で説明した構造には限定されず、磁石内蔵型回転子 10 の各部の形状、構造等を適宜変形、変更し得ることはいうまでもない。また、上述した実施の形態では、固定子側の具体的な形状、構造等についての図示は省略したが、固定子の内周部に求心方向に複数の磁極片が形成され、それぞれに電機子巻線を巻回している構造のものであればよく、種々の変形例が考えられる。

【0033】また、上述した実施の形態では、回転機として電動機を例示したが、本発明はこれに限らず、発電機であってもよい。

【0034】また、上述した実施の形態では、複数段の分割筒状体 31, 32 ; 31, 32, 33 を一体的に連結する手段をシャフト 12 との間に設けた例を述べたが、これに限定されず、分割筒状体 31, 32 間に設けてもよい。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る回転機

によれば、強度面で優れている磁石内蔵型回転子の回転方向における磁極の磁束分布を、見かけ上軸線方向においてねじれた状態とすることができ、いわゆるスキューを与えることができ、回転子の滑らかな回転を得ることができる。したがって、このような磁石内蔵型回転子を用いると、高回転、高トルクで低コストな回転機を簡単に得ることができる。

【0036】このようなスキューは、回転子を構成する分割筒状体の積層段数やそれぞれの磁極のずれ量によって決まるため、所要のスキューを与えて、回転機におけるトルクリップルを最適にすることができる。

【0037】また、本発明によれば、分割筒状体の係合突起とシャフトの係合溝とによる凹凸係合のような機械的な噛み合わせによって、磁石内蔵型回転子にスキューを与えることができる。

【0038】また、本発明によれば、分割筒状体として磁極部と凹凸係合部の回転方向の位置をずらして形成したものを準備することにより、同一形状の分割筒状体を組立時の組付け姿勢を変更するだけで、各段の分割筒状体の磁極部の回転方向の位置を適宜ずらし、所要のスキューを与えることが、きわめて簡単に行える。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る回転機の一つの実施の形態を示し、回転機における磁石内蔵型回転子を説明するための分解斜視図である。

【図 2】 (a), (b) は本発明の要部とする磁石内蔵型回転子における分割筒状体およびその積層状態を説明するための分解斜視図である。

【図 3】 本発明の要部である分割筒状体を示し、(a) は分割筒状体の一端面を示す平面図、(b) は他端面を示す底面図である。

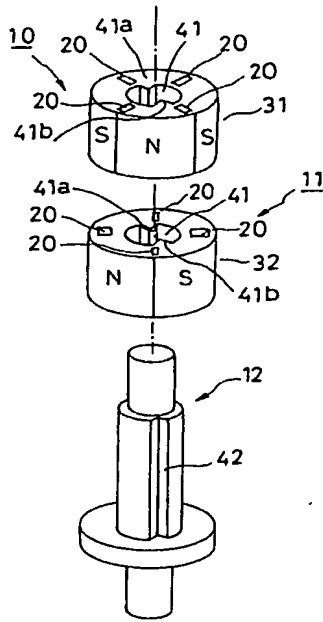
【図 4】 本発明を適用する回転機における磁石内蔵型回転子を示し、(a) は磁石内蔵型回転子の一部を断面した側面図、(b) はその上方から見た端面図、(c) は (a) の IV-IV 線断面図である。

【図 5】 従来の回転機における磁石内蔵型回転子の概略を説明するための図である。

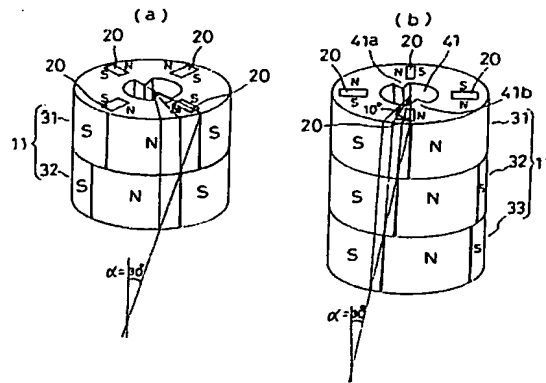
【符号の説明】

10…磁石内蔵型回転子、11…回転子本体、12…シャフト、20…永久磁石、31, 32 ; 33…分割筒状体、41…軸孔、41a, 41b…係合突起（連結手段）、42…係合溝（連結手段）。

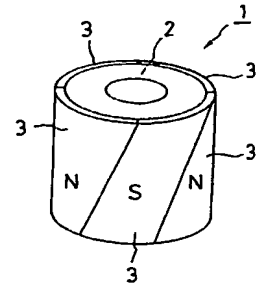
【図 1】



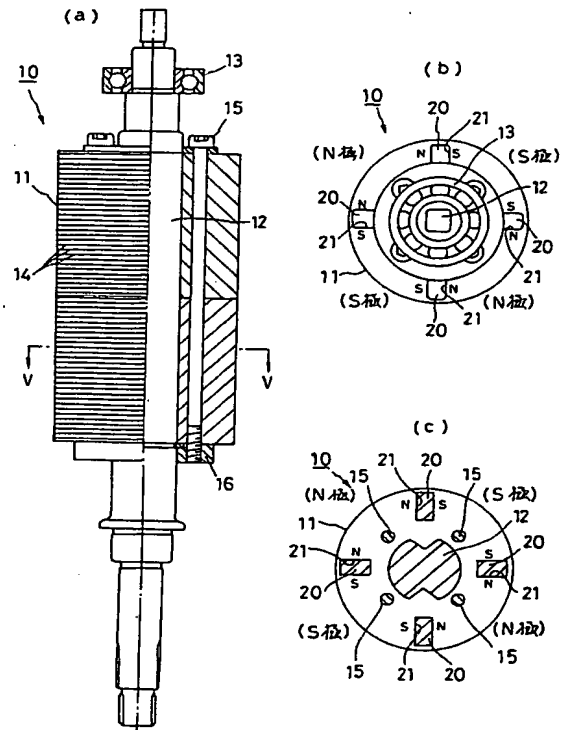
【図 2】



【図 5】



【図 4】



【図 3】

